

⑯ 日本国特許庁 (JP)

⑮ 特許出願公開

⑰ 公開特許公報 (A)

昭60—19002

⑯ Int. Cl.<sup>4</sup>  
B 01 D 13/00

識別記号  
102

府内整理番号  
C 7305—4D

⑯ 公開 昭和60年(1985)1月31日

発明の数 1  
審査請求 未請求

(全 13 頁)

⑯ 中空糸膜フィルタの逆洗方法

⑰ 特 願 昭58—127086

⑰ 出 願 昭58(1983)7月13日

⑰ 発明者 白井隆盛

川崎市川崎区浮島町4番1号  
本原子力事業株式会社研究所内

⑰ 発明者 田島文夫

東京都千代田区内幸町1の1の  
6 東京芝浦電気株式会社東京事務所内

⑰ 出願人 日本原子力事業株式会社

東京都港区三田三丁目13番12号

⑰ 出願人 株式会社東芝

川崎市幸区堀川町72番地

⑰ 代理人 弁理士 須山佐一

明細書

1. 発明の名称

中空糸膜フィルタの逆洗方法

2. 特許請求の範囲

(1) 中空糸膜フィルタ外表面に捕捉濃縮された微粒子の付着する中空糸膜を液中で逆洗するにあたり、中空糸膜内に圧縮空気または液体を導入して中空糸膜の内から外へ液体または空気を透過させるとともに、中空糸膜の側方または下方に気泡発生ノズルを配置してこれに空気を通すことにより多数の気泡を中空糸膜収納容器内に発生させ、中空糸膜の側方または下方から発生する気泡により中空糸膜収納容器内の液体を振動せしめることにより中空糸膜表面に付着した微粒子を除去することを特徴とする中空糸膜フィルタの逆洗方法。

(2) 中空糸膜は多数本が集束されてモジュールを構成している特許請求の範囲第1項記載の中空糸膜フィルタの逆洗方法。

(3) 中空糸膜の振動の有無に影響されないことを特徴とする特許請求の範囲第1項記載の中空糸膜フィルタの逆洗方法。

3. 発明の詳細な説明

[発明の技術分野]

本発明は濾過効率を向上させた中空糸膜フィルタの逆洗方法に関する。

[発明の技術的背景とその問題点]

中空糸膜は断面が微細な環形状を呈するため、単位容積内の膜面積を大きくとることができ、コンパクトな処理装置を構成することができるため、各種の膜分離装置に広く用いられている。

しかし、このような中空糸膜は、濾過時間の経過とともに、中空糸膜面に処理対象の微粒子が付着濃縮されて次第に膜の濾過効率が低下したり、濾過効率が低下しない場合でも膜面で捕捉濃縮された処理対象の微粒子の回収（処理装置からの排出）が完全に行なわれなくなってくる。

このような問題に対して、中空糸膜を濾液により逆洗する方法（特開昭51—110482号）

や、圧縮空気により逆洗する方法（特開昭53-108882号）等の処理方法が提案されている。

しかるに、このような処理方法のうち前者にあつては、濾液が単に中空糸膜の微小孔を逆方向に通過するだけであるため、この微小孔の入口を封鎖する処理対象の微粒子は除去されるが、その周辺の中空糸膜面に付着した微粒子が除去されないという難点がある。また大量の濾液を逆流するため濾過効率が低くなるという難点もある。

また後者の方法では、圧縮空気が中空糸膜の微小孔を通過する際、中空糸膜を振動させて中空糸膜全体の付着微粒子を除去する効果があるが、中空糸膜の種類および形状によつては、濾過方向と逆方向からの圧縮空気がまったく透過しかったり、あるいは透過しても中空糸膜がほとんど、あるいはまったく振動しないものがあり、その効果はなお十分なものとはいえない。

#### [発明の目的]

本発明者等はかかる従来の難点を解消すべく銳意研究を進めたところ、中空糸膜内に圧縮空気を

導入して中空糸膜内から少量の濾液と気泡を透過させるとともに、中空糸膜外からこの中空糸膜に向けて多数の気泡を噴出させ、中空糸を収納している容器内の液体を振動せしめることにより、中空糸膜に付着した処理対象の微粒子の除去効率が一段と向上することを見出した。

本発明はかかる知見に基づいてなされたもので、濾過効率の向上された中空糸膜フィルタの逆洗方法を提供することを目的とする。

#### [発明の概要]

すなわち本発明の中空糸膜フィルタの逆洗方法は、外表面に捕捉濾縮された微粒子の付着する中空糸膜を液中で逆洗するにあたり、中空糸膜内に圧縮空気または液体を導入して中空糸膜内から液体（濾液等）と気体を透過させるとともに、中空糸膜の側方または下方に気泡発生ノズルを配置して多数の気泡を発生させ、これらの気泡により液体を振動させることを特徴としている。

一般に中空糸膜は、膜面に微粒子を濾過するための大小無数の孔が形成されており、かつこれら

の孔は水の通過し易い親水性に富んだものと空気の通り易い疎水性に富んだものとがあるが、中空糸膜内に圧縮空気を導入することにより中空糸膜の孔径が大きい場合は、この孔から水および空気が共に噴出し、また孔径が小さいものについては親水性に富んだ部分からは水が噴出し、疎水性に富んだ部分からは空気が噴出していずれもこれらの孔の入口に付着した微粒子を除去する作用をする。

一方、液体の振動は、中空糸膜を振動させ、また中空糸膜が振動しない場合であつても被処理液を攪拌して、中空糸膜外周の孔部分以外の部分に付着した微粒子を除去し、さらに除去されて中空糸膜周辺に浮遊している微粒子を被処理液の攪拌作用により中空糸膜から離れたところまで送りだし、優れた洗浄効果を發揮する。

なお本発明は膜素材、膜構造（孔径、空隙率、細孔面積、内径、外径、均一膜、不均一膜）あるいはモジュールの構造（自由端をもつ構造、両端固定構造等）等にかかわりなく、いかなる中空

糸膜に対しても有効である。

#### [発明の実施例]

以下本発明の実施例について説明する。

#### 実施例

第1図は本発明および後述する比較例に用いた濾液の濾過および逆洗処理に用いた装置を示す配管系統図を示している。

同図においてA部は主として本発明に使用する装置部分を示しており、B部は種として比較例に使用する装置部分を示している。

符号1、1'は円筒状のハウジングを示しており、その内部には中空糸膜2、2'の多数本（図では1本だけを示している）を、それぞれU字型に折返して基部をシール固定したモジュール3、3'が、そのシール部4、4'をハウジング1、1'の壁面に密接させて固定されている。

ハウジング1、1'のモジュール3、3'で仕切られた濾液溜1a、1a'には、弁5、5'を介して濾液給送管6に接続されており、この濾液溜1a、1a'には濾液タンク7から濾液供給ボ

ンプ8により処理すべき廃液が給送される。なお廃液タンク7中の廃液は攪拌機9により攪拌され、かつ廃液給送管6には調整弁10を有する逆流配管11が接続され、廃液供給ポンプ8により給送される廃液の一部を廃液タンク7内に逆流させて廃液給送管6内の圧力を調整できるようにされている。

またハウジング1、1'の廃液溜1a、1a'側には、それぞれ12、12'を備えたオーバーフロー配管13、13'および濃縮液排出弁14、14'を備えた濃縮液排出配管15、15'が接続されている。16、16'および17、17'はそれぞれオーバーフロータンクおよび濃縮液タンクを示している。

一方、ハウジング1、1'の、モジュール3、3'で仕切られた濾過液溜1b、1b'側には、弁18、18'および流量計19、19'を介して、図示を省略した濾液タンクに開口する濾液給送管20、20'が接続されている。

また、濾液溜1b、1b'はこの濾液給送配管

20、20'と分岐する圧縮空気給送配管21に接続され、弁22、22'、23を介して加圧空気タンク24に接続されており、弁18、18'を開じ、弁23、22、22'を開くことにより濾液溜1b、1b'内に加圧空気を給送可能な構成とされている。

一方、A部側のハウジング1の底部には、ノズル孔径1~2mmの気泡発生ノズル25が設置され、この気泡発生ノズル25は圧縮空気給送配管21'により流量計26、弁27を介して圧縮空気給送配管21に接続されている。なお同図中28、28'、29、29'および30は圧力計である。

次に上記装置を使用した本発明の具体例について説明する。なお、中空糸膜およびモジュールとしては次のものを使用した。

#### (1) 使用中空糸膜

(a) 素材: ポリエチレン

(b) 中空糸: 外径380μ

内径270μ

(c) パブルポイント: 5.0ks/g

#### (2) 使用モジュール

(a) 中空糸長さ: 70cm

(b) 中空糸本数: 360本

(c) モジュール形状: 中空糸をU字型に折返し両端をシール固定

(d) 有効膜面積: 0.3m<sup>2</sup>

(膜面積は外壁面で評価)

#### (3) 透水速度: 25℃脱塩水

処理圧1kg/cm<sup>2</sup>で440l/hr.m<sup>2</sup>

ます、模擬廃液として非晶質のFeコロイド(Feとして24ppm)とα-Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>コロイド(Feとして6ppm)の混合液(pH6.7~6.9、導電率1~5μs/cm)を調整した。

次いで、この廃液を第1図に示す廃液タンク7に収容し、攪拌機9により攪拌して十分に混合した後、弁5、12を開き、弁14、5'を閉じてこの廃液を前述したモジュール3を収納しているハウジング1内に供給した。

なお、この時の濾液の液温は25℃±1℃である。

ハウジング1内に廃液が満たされ、弁12を介してオーバーフロータンク16に廃液が出てきたところで弁12を開じて流量計19を確認しながら弁22、18を開き、弁10を調整して1.45l/minの廃液がハウジング1内に流れよう流量を調整して廃液の濾過処理を行なった。

この濾過工程において、ハウジング1内に供給された廃液中の鉄コロイドは中空糸膜2の外表面で完全に阻止され捕捉された。また濾液は中空糸膜2内を通って、濾液溜1bに集まり、弁22、18を経て濾液タンクへ集められた。

この濾過工程において、鉄コロイドが中空糸膜に捕捉されるにつれて濾過差圧(圧損)が徐々に上昇した。この濾過処理を60分間行なった。この時の、中空糸膜に捕捉される鉄コロイド理論の量は次式により求められる。

$$(1.45l/min) \times 60min = 87l$$

$$(8.7 \times 10^4 g) \times (3 \times 10^{-5})$$

= 2, 619

中空糸膜の濾過面積が  $0.3 \text{ m}^2$  であるから単位濾過面積 ( $\text{m}^2$ )あたりのコロイドの捕捉量  $W$  は、

$$W = 2, 619 (\text{Fe}) / 0.3 \text{ m}^2$$

$$\approx 8.7 \text{ g} (\text{Fe}) / \text{m}^2$$

このようにして  $1.45 \text{ l/min}$  の定流量で 60 分間廃液を処理した後、弁 5、弁 18 を閉じ、弁 23、22、および 12 を間にて加圧空気タンク 24 より  $4 \text{ kg/cm}^2$  に調圧された空気をハウジング 1 の濾液溜 1b に導入した。この圧縮空気により濾液溜中の濾液  $10 \text{ ml}$  と中空糸膜 2 中の少量の濾液とを濾過方向と逆の方向に押出し、続いて圧縮空気により 5 分間逆洗した。またこれと同時に弁 27 を開いて気泡発生ノズル 25 から圧縮空気を  $0.2 \text{ Nl/min}$  の流量で中空糸膜 2 下部に 5 分間噴出させた。この結果、気泡発生ノズル 25 より  $2 \sim 5 \text{ mm}$  の気泡が多数発生し、ハウジング 1 内の廃液中を上昇して廃液を激しく振動させるとともに中空糸膜 2 をも振動させた。

逆洗の時間経過に伴なう逆洗効率の変化を第 2

同一の条件で濾過処理および逆洗処理を行ない、第 1 図における B 部による逆洗効率および膜差圧を測定した。その結果を第 2 図ないし第 4 図中に示す。

第 2 図ないし第 4 図の結果から明らかなように、本発明の中空糸膜の逆洗方法によれば、各サイクル毎に短時間でほぼ 100% の逆洗効率が得られ、かつ初期膜差圧がほとんど変化しないのに対して、中空糸膜の外側から気泡を導入させない比較例においては、中空糸膜で捕捉した鉄コロイドが中空糸膜より完全に剥離除去されていないため、累積鉄コロイド負荷量が  $100 \text{ g asFe/m}^2$  程度になると徐々に初期差圧が上昇し、 $200 \text{ g asFe/m}^2$  付近で急激に膜の初期差圧が上昇している。

従って、本発明方法は従来法と比較して膜寿命が長くなる上に除去対象物が放射性物質である場合には、濾過装置の保守点検簡易化および放射線被曝減少の観点からきわめて有効であることが分る。

[発明の効果]

図に示す。同図から明らかのようにこの実施例においては、1 分間の逆洗ではほぼ 100% の逆洗効率を得ることができる。この逆洗を 5 分間続けた後、弁 23、22、27 を閉じて圧縮空気の供給を止め、次いで弁 14 を開いて中空糸膜 2 より剥離除去された鉄コロイドを含む濃縮液を濃縮液タンク 17 に排出した。

しかる後、再び弁 14 を閉じ、弁 5 を開け、廃液をハウジング 1 内に導入し、廃液が弁 12 を介してオーバーフロータンク 16 に出てきたところで弁 12 を閉じ、弁 22、18 を開け濾過処理を行なった。

このような濾過処理および逆洗処理のサイクルを複数回繰返し、各サイクル毎に濾過処理後および逆洗処理後の膜差圧を圧力計 28、29 により測定し、さらに逆洗効率を測定した。その結果を第 3 図におよび第 4 図に示す。

次に比較例として弁 5、22 を閉じ、弁 5'、12'、18'、23' 等を操作して、気泡発生ノズル 25 による気泡の発生を除いて、実施例と

以上の実施例からも明らかのように本発明によれば、中空糸膜に付着した微粒子がほぼ完全に除去することができ、従って中空糸膜の寿命を延長することができる上に除去対象物が放射性物質である場合には、保守点検および放射線被曝の観点から非常に大きいメリットが得られる。また、同一効率の装置を設計する場合には、装置自体を小型化することも可能である。

#### 4. 図面の簡単な説明

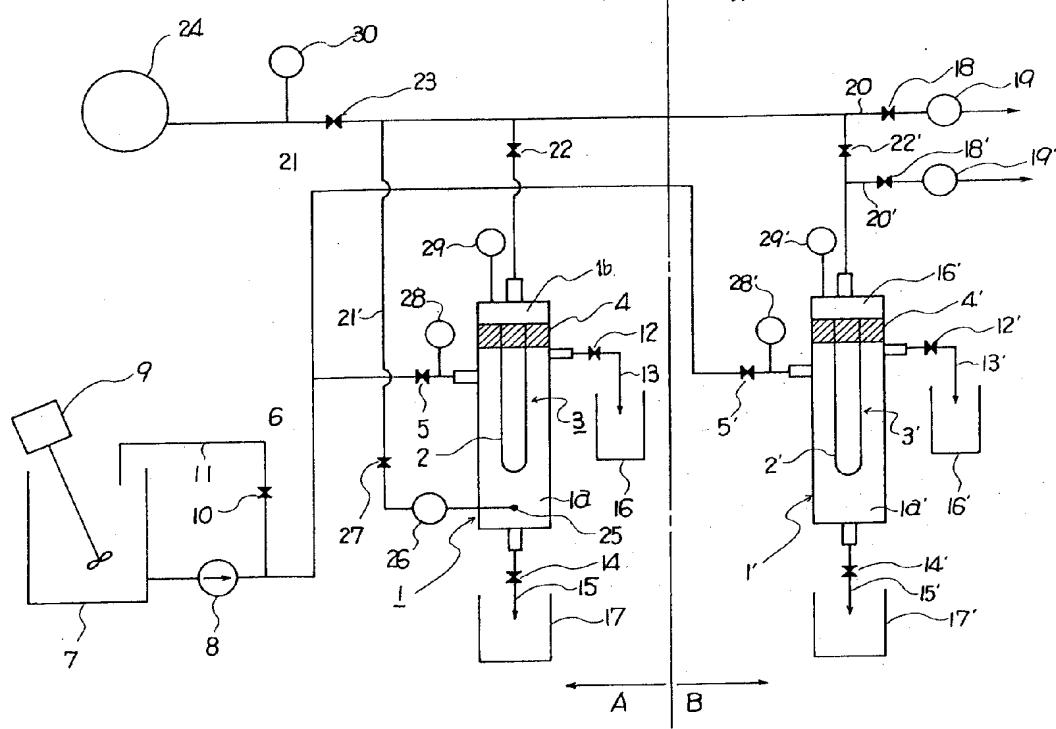
第 1 図は本発明の一実施例および比較例に使用する濾過逆流装置を示す構成図、第 2 図ないし第 4 図は本発明の効果を示すグラフである。

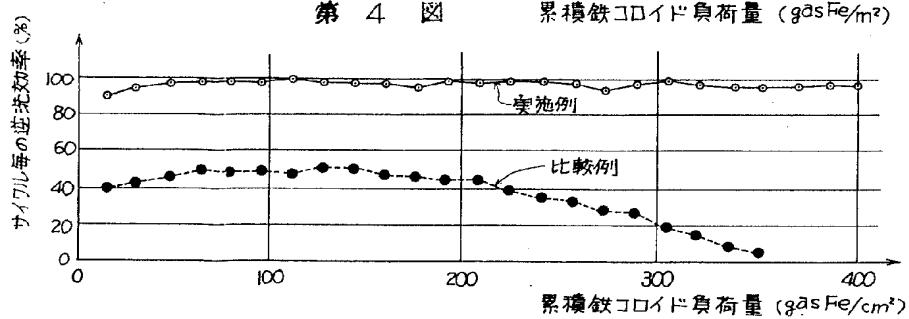
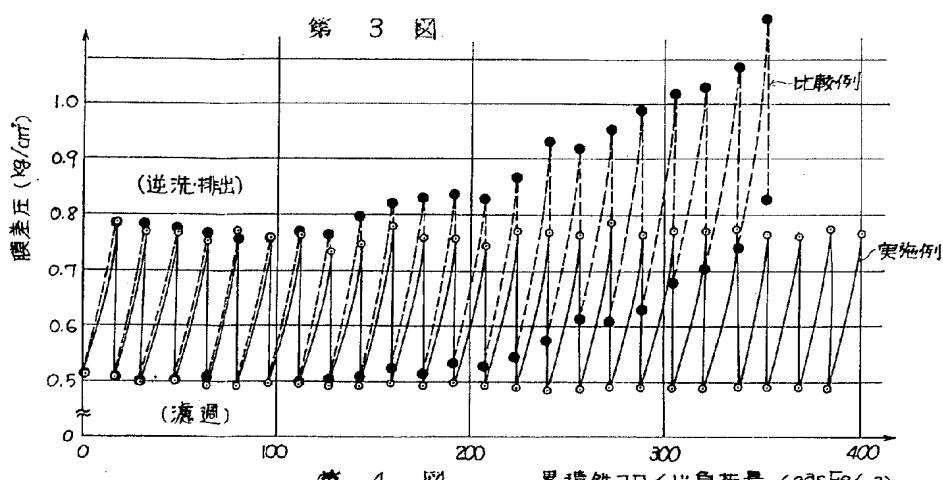
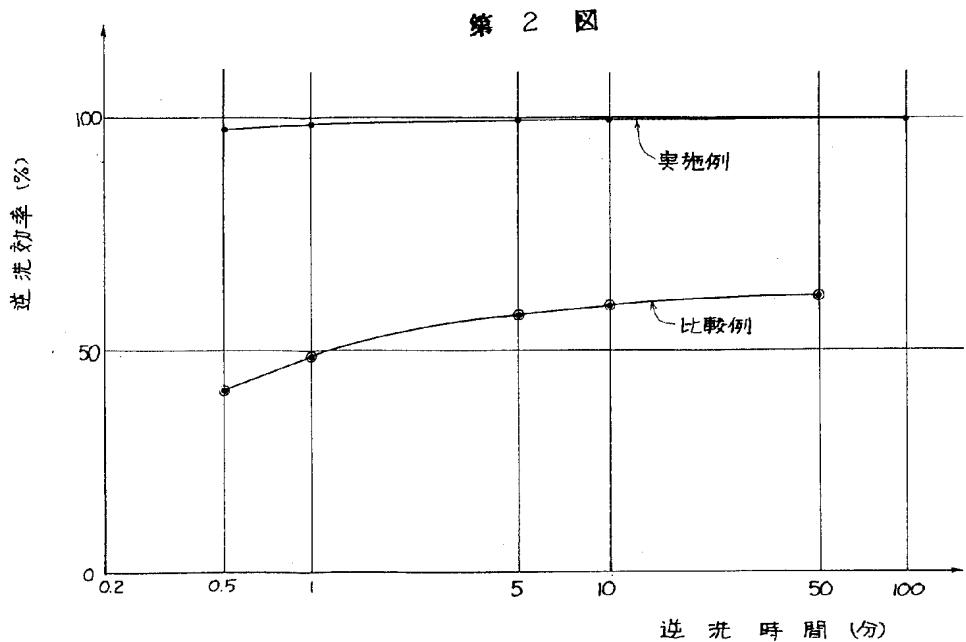
- 1、1' ……ハウジング
- 1a、1a' ……廃液溜
- 1b、1b' ……炉液溜
- 2、2' ……中空糸膜
- 3、3' ……モジュール
- 4、4' ……シール部
- 6 ……廃液給送管
- 7 ……廃液タンク

- 9 … … … … 搅拌機  
 14、14' … … 濃縮液排出配管  
 16、16' … … オーバーフロー・タンク  
 17、17' … … 濃縮液タンク  
 19、26 … … … 流量計  
 20、20' … … 濃液給送配管  
 21、21' … … 圧縮空気給送配管  
 24 … … … … 加圧空気タンク  
 28、28'、29、29'、30 … … 圧力計

代理人弁理士 須山佐一

第1図





## 手 続 補 正 書

昭和58年9月14日

特許庁長官 殿

1. 事件の表示 特願昭58-127086号

2. 発明の名称

中空糸膜フィルタの逆洗方法

3. 補正をする者

事件との関係・特許出願人

東京都港区三田三丁目13番12号

日本原子力事業株式会社

神奈川県川崎市幸区堀川町72番地

東京芝浦電気株式会社

4. 代理人 〒101

東京都千代田区神田多町2丁目1番地

神田東山ビル 電話03(254)1039

(7784)弁理士 須山 佐一



5. 補正命令の日付

自発

6. 補正の対象

明細書の全文及び図面

## 7. 補正の内容 及び 図面

別紙訂正明細書の通り

以上

## 訂正明細書

1. 発明の名称

中空糸膜フィルタの逆洗方法

2. 特許請求の範囲

(1) 中空糸膜外表面に捕捉濃縮された微粒子を中空糸膜収納容器内の液中で逆洗除去する方法において、前記中空糸膜内に気体または液体を導入して中空糸膜の内から外へ気体または液体を透過させるとともに、中空糸膜収納容器内の中空糸膜の側方または下方に気泡発生ノズルを配置しこのノズルから気体を噴出させて前記中空糸膜収納容器内の液体を攪拌することを特徴とする中空糸膜フィルタの逆洗方法。

(2) 中空糸膜フィルタは、多数本の中空糸膜をそれぞれその両端を同方向に向けて集束させたモジュールからなる特許請求の範囲第1項記載の中空糸膜フィルタの逆洗方法。

3. 発明の詳細な説明

[発明の技術分野]

本発明は逆洗効率を向上させた中空糸膜フィル

タの逆洗方法に関する。

[発明の技術的背景とその問題点]

中空糸膜は断面が微細な環形状を呈するため、単位容積内の膜面積を大きくとることができ、コンパクトな処理装置を構成することができるところから、各種の膜分離装置に広く用いられている。

一般に中空糸膜には、第1図に示すように中空糸膜1の中空部2と外部とを連通させる大小無数の微小孔3が形成されており、かつこれらの孔は水の通過し易い親水性に富んだ微小孔3aと空気の通り易い疎水性に富んだ微小孔3bとからなっている。

しかし、このような中空糸膜1は、濾過時間の経過とともに、中空糸膜面に処理対象の微粒子が付着濃縮されて、次第に膜の濾過効率が低下したり、濾過効率が低下しない場合でも膜面で捕捉濃縮された処理対象の微粒子の回収（処理装置からの排出）が完全に行なわれなくなってくる。

このような問題に対処して、中空糸膜を濾液により逆洗する方法（特開昭51-110482号

公報)や、圧縮空気により逆洗する方法(特開昭53-108882号公報)等の逆洗方法が提案されている。

しかるに、このような逆洗方法のうち前者の方法では、滤液が単に中空糸膜の親水性に富んだ微小孔3aを逆方向に通過するだけであるため、この親水性に富んだ微小孔3aの入口を封鎖する微粒子は除去されるが、その周辺に付着した微粒子が除去されないという難点があり、しかも大量の滤液を逆流させるため滤過効率が低くなるという難点があった。

また後者の方法では、例えばポリビニルアルコール系のポリマーからなる中空糸膜のように比較的硬質の素材からなる中空糸膜を用いた場合には、圧縮空気が中空糸膜の疎水性に富んだ微小孔3bや比較的大径の微小孔を通過する際、中空糸膜を振動させて中空糸膜全体の付着微粒子を除去する効果があるが、ポリエチレンのような軟質の素材からなる中空糸膜を用いた場合には中空糸膜がほとんど、あるいはまったく振動せず、また中空糸

膜の種類によっては、疎水性に富んだ微小孔が形成されず、滤過方向と逆方向からの圧縮空気がまったく透過しないという難点があった。

したがって、このような従来の逆洗方法では、次第に微小孔の周辺に微粒子が付着堆積し膜差圧が上昇して、滤過効率が低下してしまうという欠点があった。

#### [発明の目的]

本発明者等は、かかる従来の難点を解消すべく銳意研究を進めたところ、中空糸膜の逆洗の際に中空糸膜外からこの中空糸膜に向けて多数の気泡を噴出させ、中空糸を収納している容器内の液体を攪拌することにより、中空糸膜の微小孔の周辺に付着した微粒子が除去されて、逆洗効率が一段と向上することを見出した。

本発明はかかる知見に基づいてなされたもので、逆洗効果の優れた中空糸膜フィルタの逆洗方法を提供することを目的とする。

#### [発明の概要]

すなわち本発明の中空糸膜フィルタの逆洗方法

は、中空糸膜外表面に捕捉濃縮された微粒子を中空糸膜収納容器内の液中で逆洗除去する方法において、前記中空糸膜内に気体または液体を導入して中空糸膜の内から外へ気体または液体を透過させるとともに、中空糸膜収納容器内の中空糸膜の側方または下方に気泡発生ノズルを配置しこのノズルから気体を噴出させて前記中空糸膜収納容器内の液体を攪拌することを特徴としている。

本発明によれば、中空糸膜に向けて噴出された気泡により被処理液が攪拌されて、中空糸膜外周に付着した微粒子が除去され、さらに中空糸膜から剥離して中空糸膜周辺に浮遊している微粒子もこの攪拌作用により中空糸膜から離れたところまで送り出されて、優れた逆洗効果を發揮することができる。

したがって本発明は膜素材、膜構造(孔径、空隙率、細孔内面積、内径、外径、均一膜、不均一膜)あるいはモジュールの構造(自由端をもつ構造、両端固定構造等)等にかかわりなく、いかなる中空糸膜に対しても適用可能である。

#### [発明の実施例]

以下本発明の実施例について説明する。

第2図は本発明および後述する比較例に用いた処理液の滤過および逆洗装置を示す配管系統図を示している。

同図においてA部は主として本発明に使用する装置部分を示しており、B部は主として比較例に使用する装置部分を示している。

符号4、4'は円筒状の中空糸膜収納容器を示しており、その内部には中空糸膜5、5'の多数本(図ではその一部だけを示している)を、それぞれU字型に折返して基部をシール固定したモジュール6、6'が、そのシール部7、7'を中空糸膜収納容器4、4'の壁面に密接させて固定されている。

中空糸膜収納容器4、4'のシール部7、7'で仕切られた処理液溜4a、4a'は、弁8、8'を有する処理液給送管9に接続されており、この処理液溜4a、4a'には処理液タンク10から処理液供給ポンプ11により微粒子が分散浮遊し

ている処理液が給送される。なお処理液タンク10中の処理液は攪拌機12により攪拌され、かつ処理液給送管9には調整弁13を有する逆流配管14が接続され、処理液供給ポンプ11により給送される処理液の一部を処理液タンク10内に逆流させて処理液給送管9内の圧力を調整できるよう構成されている。

また中空系膜収納容器4、4'の処理液溜4a、4a'側には、それぞれ弁15、15'を備えたオーバーフロー配管16、16'および濃縮液排出弁17、17'を備えた濃縮液排出配管18、18'が接続されている。19、19'はオーバーフロータンク、20、20'は濃縮液タンクをそれぞれ示している。

一方、中空系膜収納容器4、4'の、シール部7、7'で仕切られた濾液溜4b、4b'側には、弁21、21'および流量計22、22'を介して、図示を省略した濾液タンクに開口する濾液給送管23、23'が接続されている。

また、濾液溜4b、4b'は、それぞれこの濾

液給送配管23、23'と分岐する圧縮空気給送配管24に連結され、弁25、25'、26を介して加圧空気タンク27に接続されて、弁21、21'を閉じ、弁26、25、25'を開くことにより濾液溜4b、4b'内に加圧空気が給送される構成となっている。

一方、A部側の中空系膜収納容器4の底部には、ノズル孔径1~2mmの気泡発生ノズル28が設置され、この気泡発生ノズル28は圧縮空気給送配管24'により流量計29、弁30を介して圧縮空気給送配管24に接続されている。

なお同図中31、31'、32、32'および33は圧力計を示している。

次に上記装置を使用した本発明の具体例について説明する。なお、中空系膜およびモジュールとしては次のものを使用した。

#### (1) 使用中空系膜

(a) 素材：ポリエチレン

(b) 中空系膜：外径380μm

内径270μm

(c) バブルポイント：5.0kg/cm<sup>2</sup>

#### (2) 使用モジュール

(a) 中空系膜長さ：70cm

(b) 中空系膜本数：360本

(c) モジュール形状：中空系膜をU字型に  
折返し両端をシール  
固定

(d) 有効膜面積：0.3m<sup>2</sup>

(膜面積は外壁面で評価)

(3) 透水速度：25℃脱塩水、処理圧1kg/cm<sup>2</sup>  
で440l/hr.m<sup>2</sup>

まず、処理液として非晶質のFeコロイド(Feとして24ppm)とα-Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>コロイド(Feとして6ppm)の混合液(pH6.7~6.9、導電率1~5μS/cm)を調整した。

次いで、この処理液を第2図に示す処理液タンク10に収容し、攪拌機12により攪拌して十分に混合した後、弁8、15を開き、弁17、8'を閉じてこの処理液を前述したモジュール6を収納している中空系膜収納容器4内に供給した。

なお、この時の濾液の液温は25℃±1℃である。

中空系膜収納容器4内に処理液が満たされ、弁15を介してオーバーフロータンク19に処理液が出てきたところで弁15を開じて流量計22を確認しながら弁25、21を開き、弁13を調整して1.45l/minの処理液が中空系膜収納容器4内に流れるよう流量を調整して処理液の濾過処理を行なった。

この濾過工程において、中空系膜収納容器4内に供給された処理液中の鉄コロイドは中空系膜2の外表面で完全に阻止され捕捉された。また濾液は中空系膜5内を通って、濾液溜4bに集まり、弁25、21を経て濾液タンクへ集められた。

この濾過工程において、鉄コロイドが中空系膜に捕捉されるにつれて濾過差圧(圧損)が徐々に上昇した。この濾過処理を60分間行なった時の、中空系膜に捕捉される鉄コロイドの理論量は次式により求められる。

$$(1.45l/min) \times 60min = 87l$$

$$(8.7 \times 10^4 \text{ g}) \times (3 \times 10^{-5})$$

$$= 2.61 \text{ g}$$

中空糸膜の濾過面積が  $0.3 \text{ m}^2$  であるから単位濾過面積 ( $\text{m}^2$ )あたりのコロイドの捕捉量  $W$  は、

$$W = 2.61 \text{ g} (\text{Fe}) / 0.3 \text{ m}^2$$

$$= 8.7 \text{ g} (\text{Fe}) / \text{m}^2$$

このようにして、 $1.45 \text{ l/min}$  の定流量で 60 分間処理液を処理した後、弁 8、弁 21 を閉じ、弁 26、25、および 15 を開いて加圧空気タンク 27 より  $4 \text{ kg/cm}^2$  に調圧された空気を中空糸膜収納容器 4 の濾液溜 4b に導入した。この圧縮空気により濾液溜中の濾液  $10 \text{ ml}$  と中空糸膜 2 中の少量の濾液とを濾過方向と逆の方向に押出し、続いて圧縮空気により 5 分間逆洗した。またこれと同時に弁 30 を開いて気泡発生ノズル 28 から圧縮空気を  $0.2 \text{ Nl/min}$  の流量で中空糸膜 5 下部に 5 分間噴出させた。この結果、気泡発生ノズル 28 より  $2 \sim 5 \text{ mm}$  の気泡が多数発生し、中空糸膜収納容器 4 内の処理液中を上昇して処理液を激しく攪拌するとともに中空糸膜 2 をも

振動させた。

逆洗の時間経過に伴なう逆洗効率の変化を第 3 図に示す。同図から明らかなようにこの実施例においては、1 分間の逆洗ではほぼ 100% の逆洗効率を得ることができる。この逆洗を 5 分間続けた後、弁 26、25、30 を閉じて圧縮空気の供給を止め、次いで弁 17 を開いて中空糸膜 2 より剥離除去された鉄コロイドを含む濃縮液を濃縮液タンク 20 に排出した。

しかし後、再び弁 17 を閉じ、弁 8 を開け、処理液を中空糸膜収納容器 4 内に導入し、処理液が弁 15 を介してオーバーフロータンク 19 に出てきたところで弁 15 を閉じ、弁 25、21 を開け濾過処理を行なった。

このような濾過処理および逆洗処理のサイクルを複数回繰り返し、各サイクル毎に濾過処理後および逆洗処理後の膜差圧を圧力計 31、32 により測定し、さらに逆洗効率を測定した。その結果を第 4 図ないし第 5 図に示す。

これらの図から明らかなように、この実施例で

は約 25 時間の累積濾過処理時間の経過後でも膜差圧の変化がほとんどなく、かつ逆洗効率は 100% に近い値を維持している。

次に比較例として弁 8、25 を閉じ、弁 8'、15'、21'、25'、26' 等を操作して、気泡発生ノズル 28 による気泡の発生を除いて、実施例と同一の条件で濾過処理および逆洗処理を行ない、第 2 図における B 部による逆洗効率および膜差圧を測定した。その結果を第 3 図ないし第 5 図中に示す。

第 3 図ないし第 5 図に示した測定結果から明らかなように、本発明の中空糸膜の逆洗方法によれば、各サイクル毎に短時間ではほぼ 100% の逆洗効率が得られ、かつ初期膜差圧がほとんど変化しないのに対して、中空糸膜の外側から気泡を導入させない比較例においては、中空糸膜で捕捉した鉄コロイドが中空糸膜より完全に剥離除去されないため、50 分間逆洗してもほぼ 60% の逆洗効率しか得られず（第 3 図）また累積鉄コロイド負荷量が  $60 \text{ g} (\text{Fe}) / \text{m}^2$  程度（累積濾過処理時

間約 8 時間経過）になると徐々に初期差圧が上昇し、 $110 \text{ g} (\text{Fe}) / \text{m}^2$  付近（累積濾過処理時間 14 時間経過）で急激に膜の初期差圧が上昇している。（第 4 図）これに伴ってサイクル毎の逆洗効率も徐々に低下し、累積鉄コロイド負荷量が  $170 \text{ g} (\text{Fe}) / \text{m}^2$ （累積濾過処理時間約 22 時間経過）では 10% 以下となっている。（第 5 図）

従って、本発明方法は従来法と比較して膜寿命が長くなる上に除去対象物が放射性物質である場合には、濾過装置の保守点検の簡易化および放射線被曝減少の観点からきわめて有効であることがわかる。

#### [発明の効果]

以上の実施例からも明らかなように、本発明によれば、中空糸膜に付着した微粒子をほぼ完全に除去することができ、従って中空糸膜の寿命を延長することができる上に除去対象物が放射性物質である場合には、保守点検および放射線被曝の観点から非常に大きい利点を有する。また、同一効

率の装置を設計する場合には、装置自体を小型化することも可能である。

## 4. 図面の簡単な説明

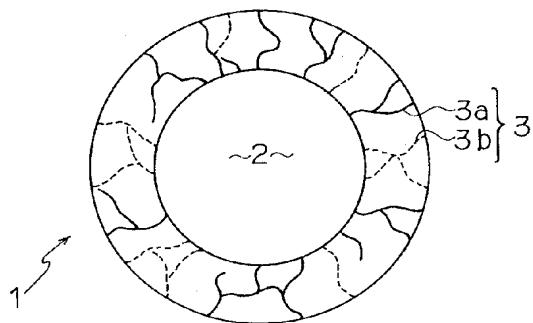
第1図は本発明に使用する中空糸膜の拡大断面図、第2図は本発明の一実施例および比較例に使用する濾過逆洗装置を示す構成図、第4図および、第5図は本発明の効果を示すグラフである。

- 4、4' …… 中空糸膜収納容器
- 4a、4a' …… 処理液溜
- 4b、4b' …… 濾液溜
- 2、2' …… 中空糸膜
- 3、3' …… モジュール
- 7、7' …… シール部
- 9 …… 処理液給送管
- 10 …… 処理液タンク
- 12 …… 搅拌機
- 17、17' …… 濃縮液排出配管
- 19、19' …… オーバーフロータンク
- 20、20' …… 濃縮液タンク
- 22、29 …… 流量計

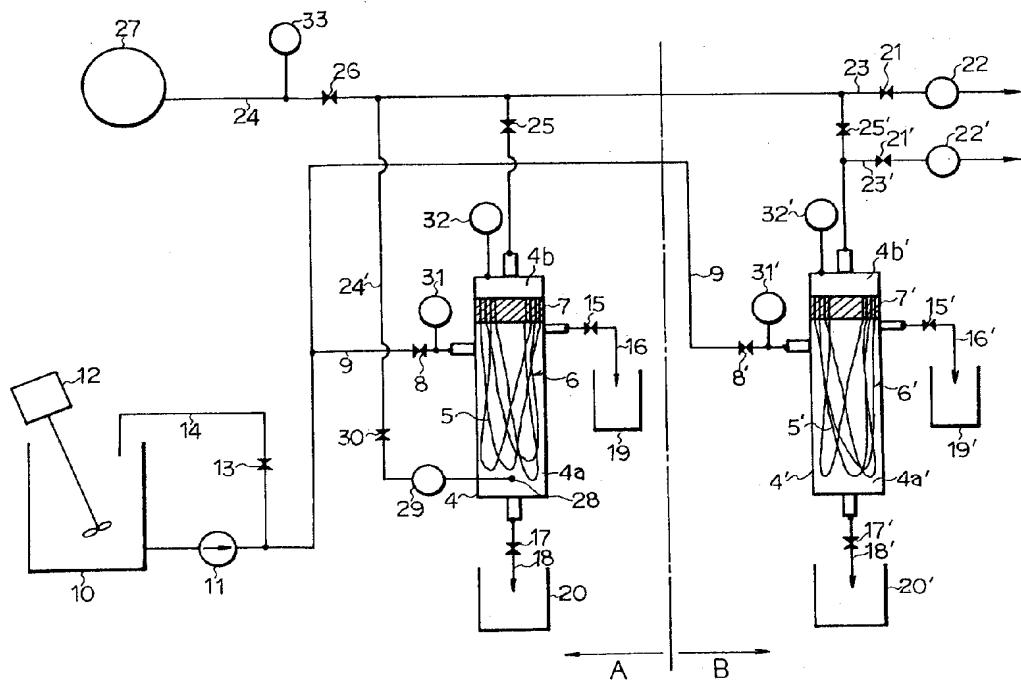
- 23、23' …… 濾液給送配管
- 24、24' …… 圧縮空気給送配管
- 27 …… 加圧空気タンク
- 31、31'、32、32'、33 …… 圧力計

代理人弁理士 須山佐一

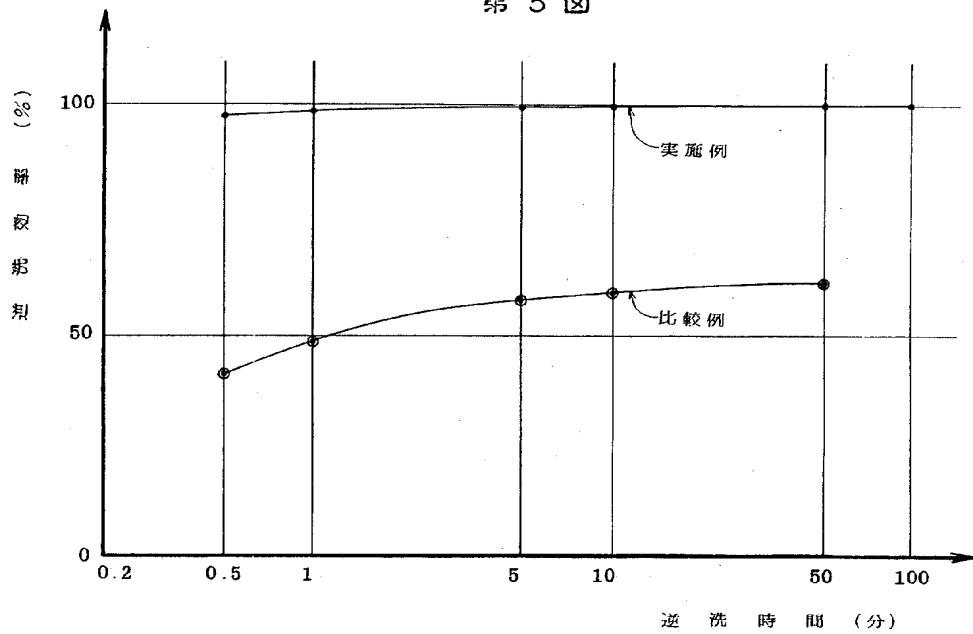
第1図



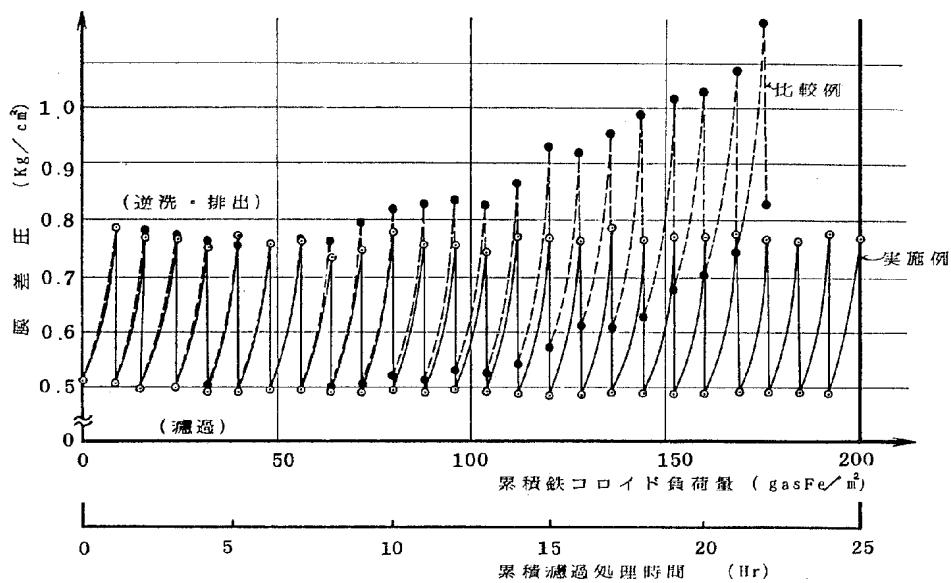
第2図



第3図



第4図



第5図

